

シグナリング

– 合理的思考の技術 Lecture 8 –

小林憲正

Department of Value and Decision Science (VALDES)
Tokyo Institute of Technology

May 23, 2011

Outline

1 シグナリング・ゲームとチープトーク

2 コストのかかるシグナル

シグナリング・ゲーム Signaling Game

まずは、メッセージの送り手の取る手を（メッセージを送ること自体を除き）考慮しなくて良い場合を考える。

Signaling Game (Sender-Receiver Game)

- 情報を持っているプレーヤーがメッセージ $m \in M$ をおくる
- 情報を持っていないプレーヤーが何らかの応答 $r \in R$ をとる

以下、Farrell and Rabin[?] の実例を修正したものを中心に扱う。

チープトーク Cheap Talk がうまく働きそうな実例

Example (レストランでの注文)

客の好み \ シェフ	カレー	スパゲティー
カレー	2, 2	0, 0
スパゲティー	0, 0	2, 2

- 縦の行が客の戦略でなく、客が自分でコントロールできない好みであることに注意。
- 客のコミュニケーション戦略は、この好みを所与として、自分の好みを正直に伝えるかどうかである。

客が正直に自分の好みにしたがって注文(=メッセージ) し、シェフもそのメッセージを信じて対応する料理を作るのが、**SPNE** となっている。

チープトークがうまく働きそうにない実例

Example (就活)

学生の能力 \ 企業の選択	採用	不採用
高い	30, 20	0, -10
低い	30, -40	0, 0

- もし、企業がこれを信じるならば、能力の低い学生も、「自分の能力が高い」と偽るインセンティブがある。
- 結局、このことを考慮し、企業は、単純に能力を聞くなんてことはしない。つまり、このような状況では、チープトークは機能を果たさない。

言語の多様性 Rich Language

コミュニケーションの機能は、**均衡選択**に限定されるわけではない。しばしば、ぼかし戦略の方が良いことがある。このような事情から、メッセージの状態の数は、最低でもタイプの部分集合の基数と仮定されることが一般的。

Example (黙秘権 Right to Silence ゲーム)

被告 \ 警察	アリバイ1で捜査	アリバイ2で捜査	捜査が長引く
場所1	2, 5	0, -10	3, 3
場所2	0, -10	2, 5	3, 3

- 被告が**どちらかの場所にいたかをいかなければならない**とすれば、場所を正直に告げ、その証言に基づき捜査が進むのがナッシュ均衡。
- しかし、被告は黙秘することも可能。

黙秘した場合

Example (黙秘権 Right to Silence ゲーム)

被告 \ 警察	アリバイ1で捜査	アリバイ2で捜査	捜査が長引く
場所1	2, 5	0, -10	3, 3
場所2	0, -10	2, 5	3, 3

警察の考える被告がそれぞれの場所にいた確率が $p=1/2$ ずつであるとすると、警察の期待効用は、

- $Eu(\text{alibi1}) = p(\text{place1})5 + p(\text{place2})(-10) = -5$
- $Eu(\text{alibi2}) = -5$
- $Eu(\text{noalibi}) = 3$

よって、「捜査が長引く」が選択される。

これは、被告にとって他の二つのナッシュ均衡よりも望ましい均衡。

Outline

- 1 シグナリング・ゲームとチープトーク
- 2 コストのかかるシグナル

就活ゲームと逆選択 Adverse Selection

学生の能力 \ 企業の選択	採用	不採用
高い	30, 20	0, -10
低い	30, -40	0, 0

学生の能力がわからなくて、かつ学生の質の分布が $p = 1/2$ と思っている企業の意思決定は、

- $Eu(\text{NotEmploy}) = p(\text{high}) \cdot (-10) + p(\text{low}) \cdot 0 = -5$
- $Eu(\text{Employ}) = p(\text{high}) \cdot 20 + p(\text{low}) \cdot (-40) = -10$

結局、どちらも採用されない結果となってしまう。

逆選択 Adverse Selection

市場における買い手の期待が低くなることへの対応として、売られる商品の質が低い物ばかりが市場にあふれることを逆選択という。

そこで、優秀な学生、企業ともに、優秀な学生をそうでない学生から差別化する戦略を考えたい。

能力別のコストとしてのシグナル Signal

- 学生が自分の能力を間接的に示す方法として資格取得がある。
- 資格は能力判定のためだけに用い、資格取得準備によって学生の能力が上がることはないものとする。

Definition (シグナリング・ゲーム)

$\langle S, R, T, p, M, A, U, V \rangle$

S, T S 送り手 sender (=学生), R 受け手 receiver (=企業)

T S のタイプ type の集合 ($=\{\text{high}, \text{low}\}$)

p T 上の確率分布 ($p \in \Delta(T)$)

M シグナルの集合 ($=\{\text{certificate}, \text{no}\}$)

A 受け手の行動の集合 ($=\{\text{employ}, \text{not}\}$)

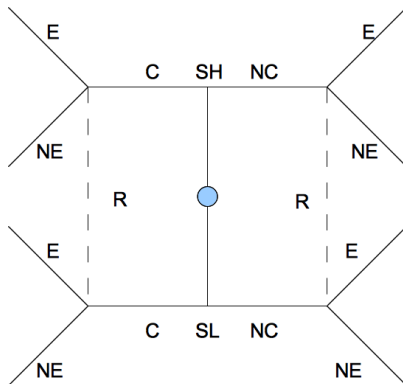
U, V 送り手、受け手のそれぞれの効用

不完全情報ゲーム Games with Imperfect Information

シグナリング・ゲームは、シグナルの受け手が、過去の自然のとした手を観測できないことから、不完全情報ゲーム game with imperfect information の一種

- $\sigma(t)$ 送り手の戦略はタイプ別
- $s(m)$ 受け手の戦略はシグナル毎の応答
(タイプを観察できないことに注意)
- $\mu(\cdot|m) \in \Delta(T)$ シグナル m を見たときに受け手が持つ送り手のタイプに関する条件付き conditional 信念 belief

シグナリング・ゲーム



- R は上下の決定ノードを区別できない
- 上下それぞれが起こる確率を μ と信じている

完全ベイズアン均衡 Perfect Bayesian Equilibrium

Definition (完全ベイズアン均衡 Perfect Bayesian Equilibrium)

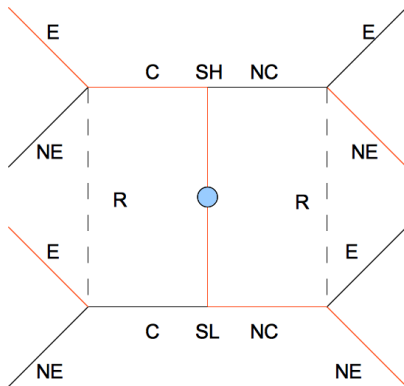
$\langle S, R, T, p, M, A, U, V \rangle$ をシグナリング・ゲームとする。

戦略と予想の組 (σ, s, μ) が完全ベイズアン均衡であるとき、以下を満たす：

- 逐次合理性 sequential rationality
 - $\forall t \in T : \sigma(t) \in \arg \max_{m \in M} U(m, s(m), t);$
 - $\forall m \in M : s(m) \in \arg \max_{a \in A} \sum_{t \in T} \mu(t|m) V(m, a, t);$
- ベイズ・アップデート Bayesian updating
 $\forall m \in M : \text{if } \{t \in T | \sigma(t) = m\} \neq \emptyset \text{ then}$

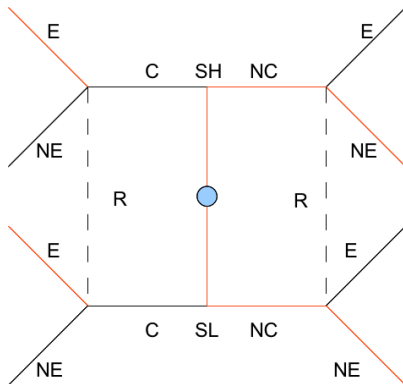
$$\mu(t|m) = p(t) / \sum_{\sigma(t')=m} p(t')$$

分離均衡 Separating Equilibrium



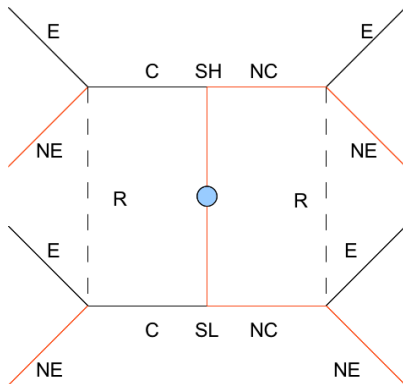
- 程よく困難な資格であれば、H は資格をとり、L は資格を取らなくなる。
- こうして、企業は資格を習得した学生のみを雇うことにより、H の学生のみを選択的に雇うことができる。

混在均衡 Pooling Equilibrium



- 資格が優しすぎると、両方のタイプが資格を取りやすくなってしまふ。
- 結局、資格が意味をなさず、企業は資格という制度を利用できない。

混在均衡 Pooling Equilibrium



- 資格が難しすぎると、両方のタイプも資格を取ることが利益にならない。
- 結局、企業に雇う意思があっても、誰も資格を取らなくなってしまう。